



VÍZTUDOMÁNYI ÉS
VÍZBIZTONSÁGI
NEMZETI LABORATÓRIUM



FENNTARTHATÓ
TECHNOLÓGIÁK
ALPROGRAM

A Balaton algái változó szerepben

Somogyi Boglárka,
Kovács W. Attila,
Vörös Lajos

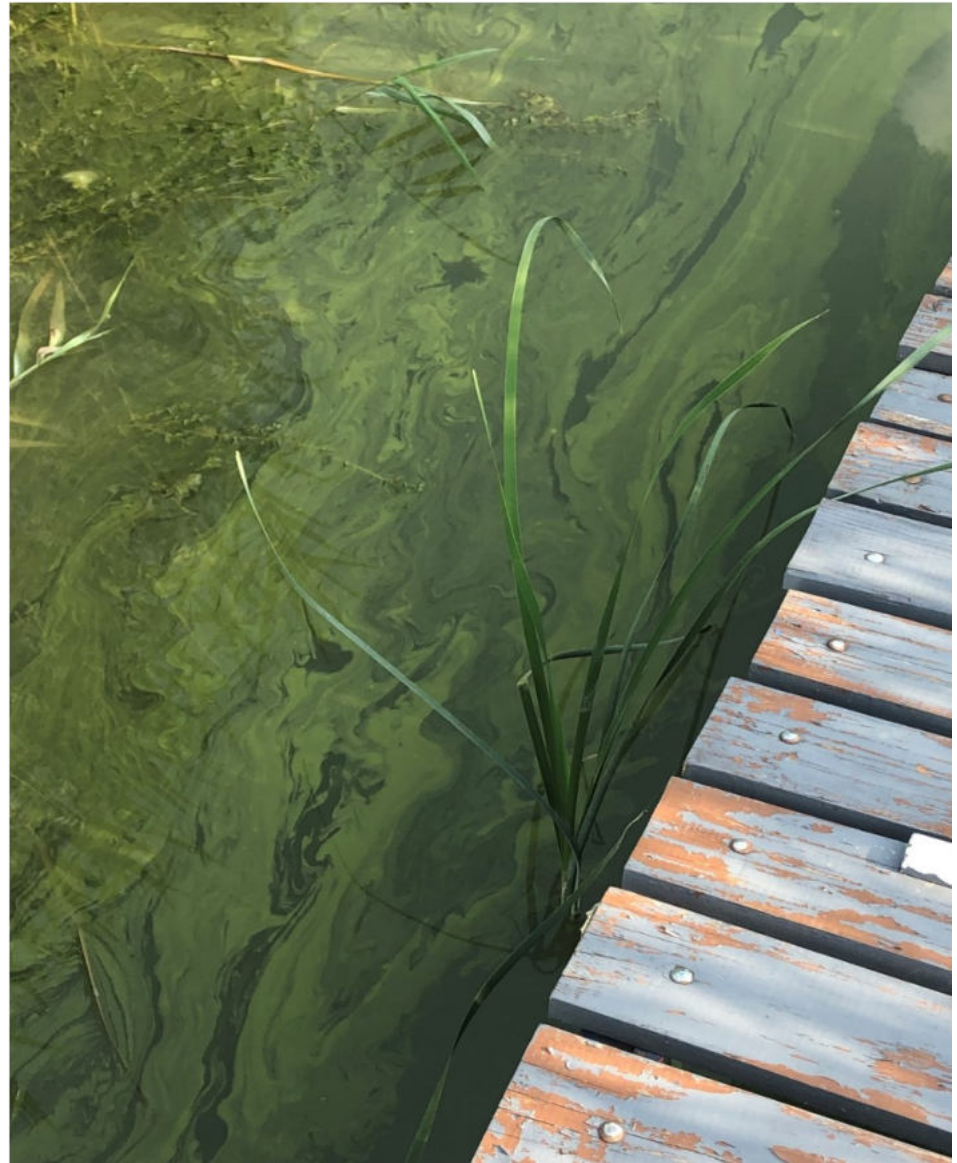


BALATONI
LIMNOLÓGIAI
KUTATÓINTÉZET

„Algavirágzások, algatoxinok tavainkban” tudományos előadóülés
Tihany, 2023. július 13.

A vízben lebegő
mikroszkópikus algák
mennyisége a
vízminőség egyik
meghatározó tényezője.

Mennyiségük és faji
összetételük ismerete
egyaránt szükséges.



Part menti algavirágzás a
Balatonon 2021 nyarán

1. A Balaton jellemző nyári algái

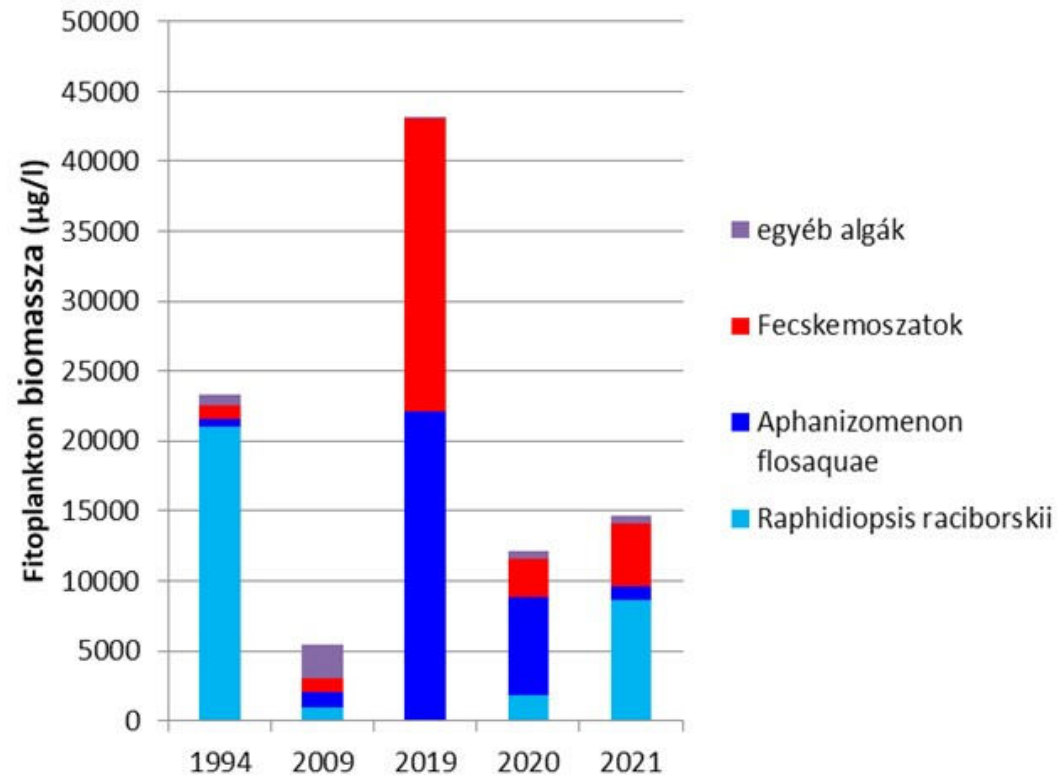


FECSEKEMOSZATOK

Nyáron az első algák akik nagyobb tömegben megjelenhetnek a Balatonon. Érdekes, hogy jelenleg a tó nyugati területein egy új jövevény (bal oldali kép), míg a keleti tórészeken a korábban is jelenlévő balatoni fecskemoszat uralkodik (jobb oldali kép).

2019-ben a *C. furcoides* a Keszthelyi-medencében sosem látott mértékben szaporodott el.

A *C. hirundinella* már az 1930-as évekből is ismert a Balatonból



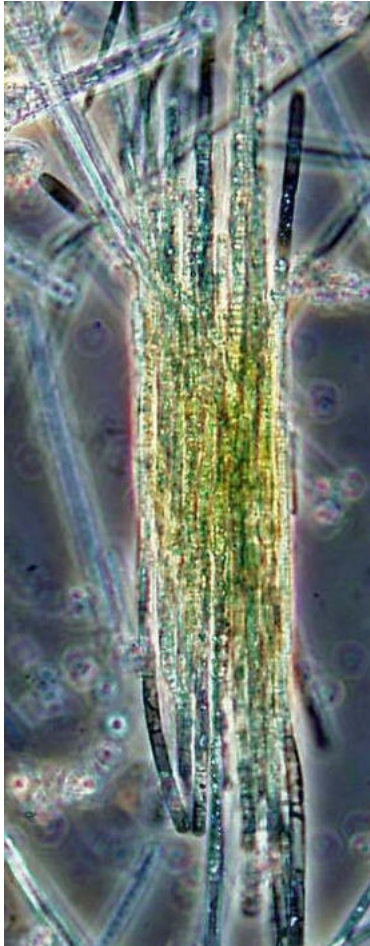
A *C. hirundinella* és a *C. furcoides* is képes tömegprodukciót okozni, a Balaton az utóbbi szaporodott el tömegesen 2019-ben

A Balaton jellemző nyári algái

CIANOBAKTÉRIUMOK

A cianobaktériumok a nyári időszak jellemző, olykor nagy tömegben előforduló algái. Fonalszerű testfelépítésű formáik többnyire képesek a légköri N_2 megkötésére, ezáltal előnyre tesznek szert a többi algával szemben.

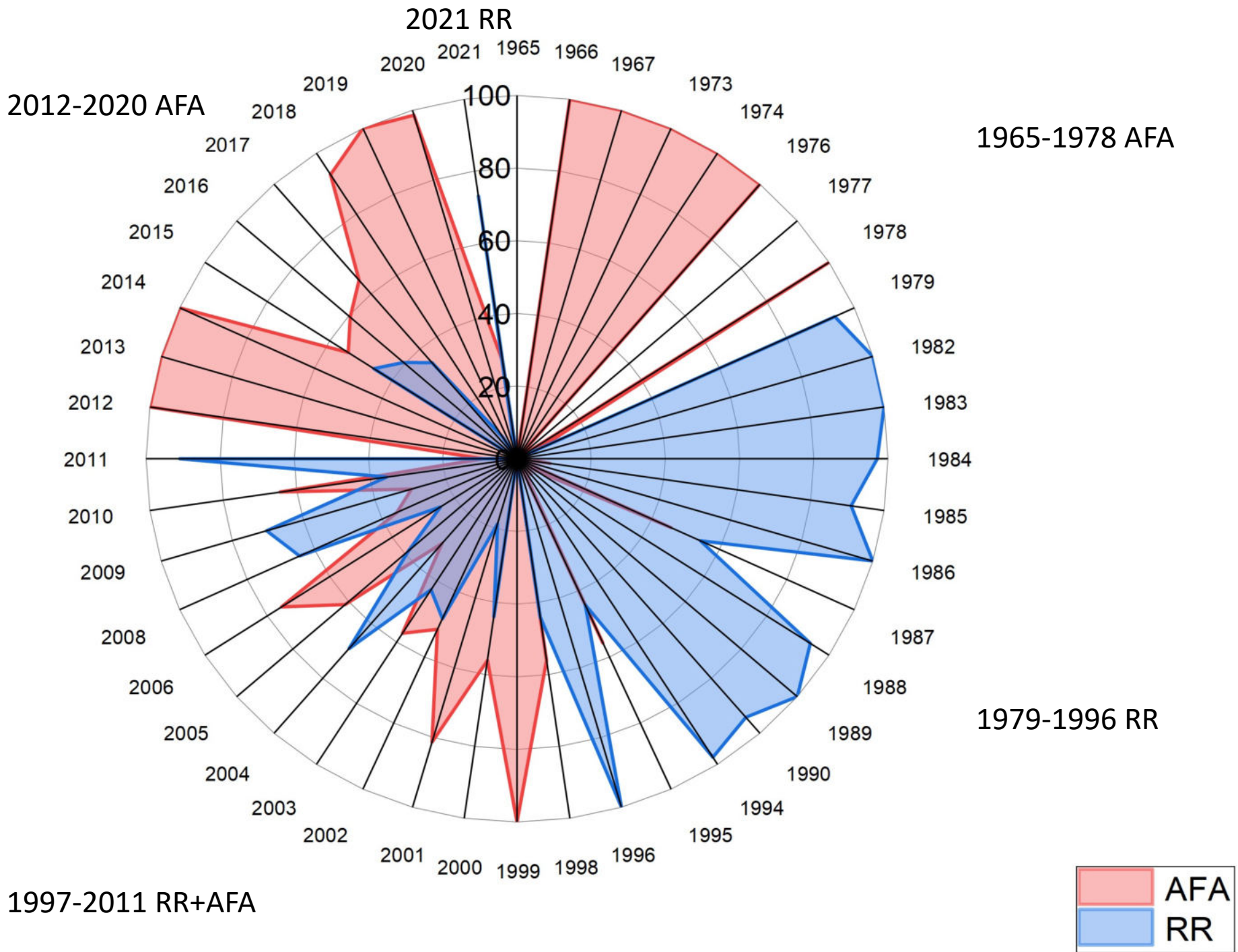
A nagy algavirágzások során ('80-'90-es évek) a *Raphidiopsis raciborskii* uralkodott a tóban, majd mennyiségük visszaszorult. A 2019-es algavirágzás során az *Aphanizomenon flosaquae* dominált.



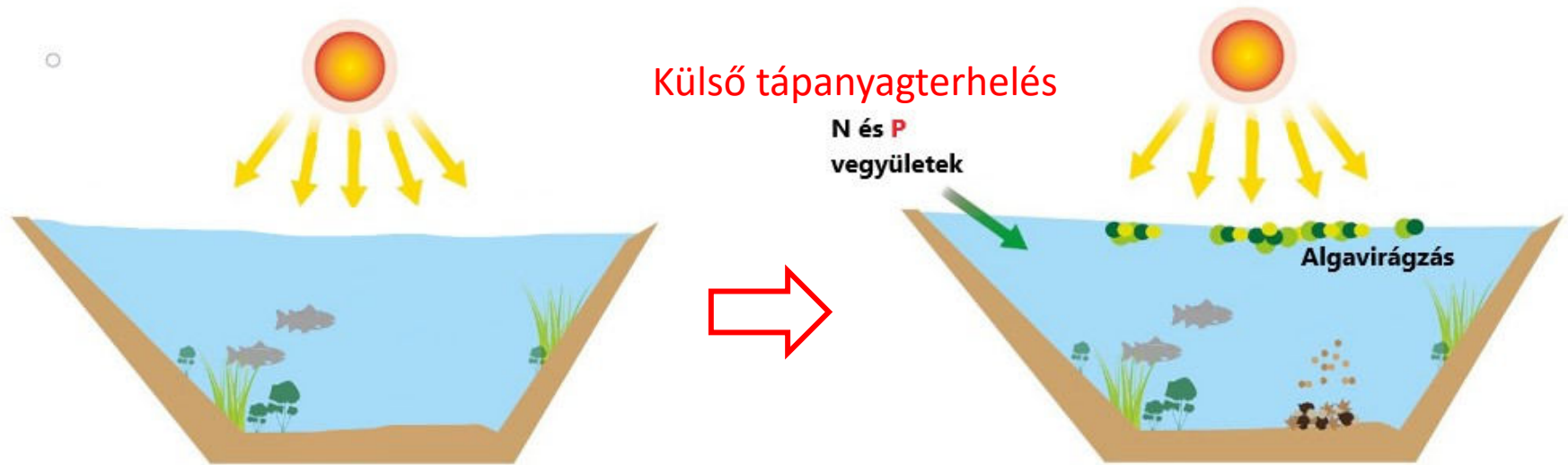
*Aphanizomenon
flosaquae*



*Raphidiopsis
raciborskii*

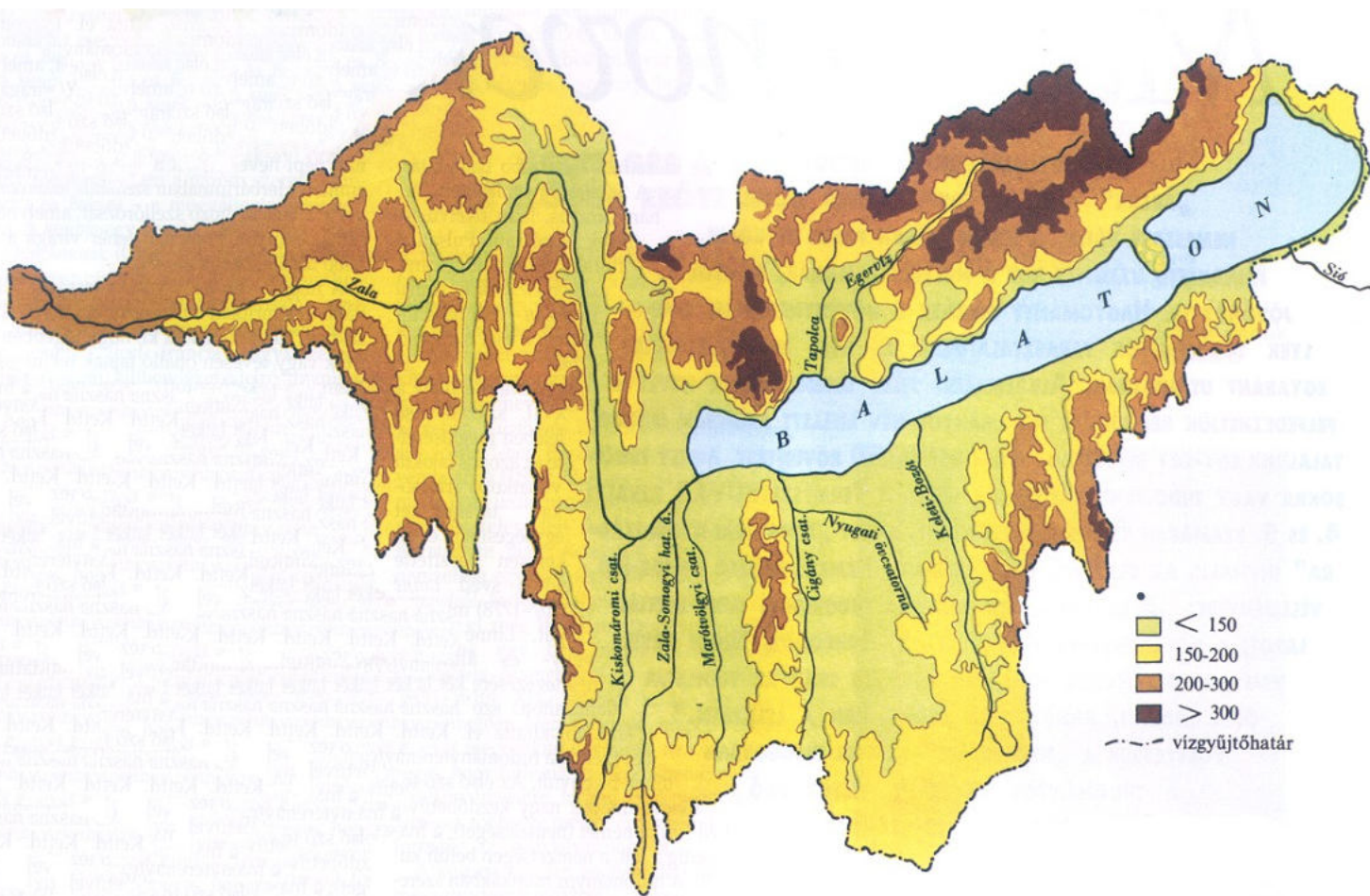


Mi okozza az algák elszaporodását?



A szervesetlen növényi tápelemek, közülük is a P az algák szaporodásának legfontosabb szabályozó tényezője.

A Balaton és vízgyűjtő területe



A külső tá
vízgyűjtő
51 állandó
vízfolyás t

Felüle

Átlagos mélység: 3,2 m

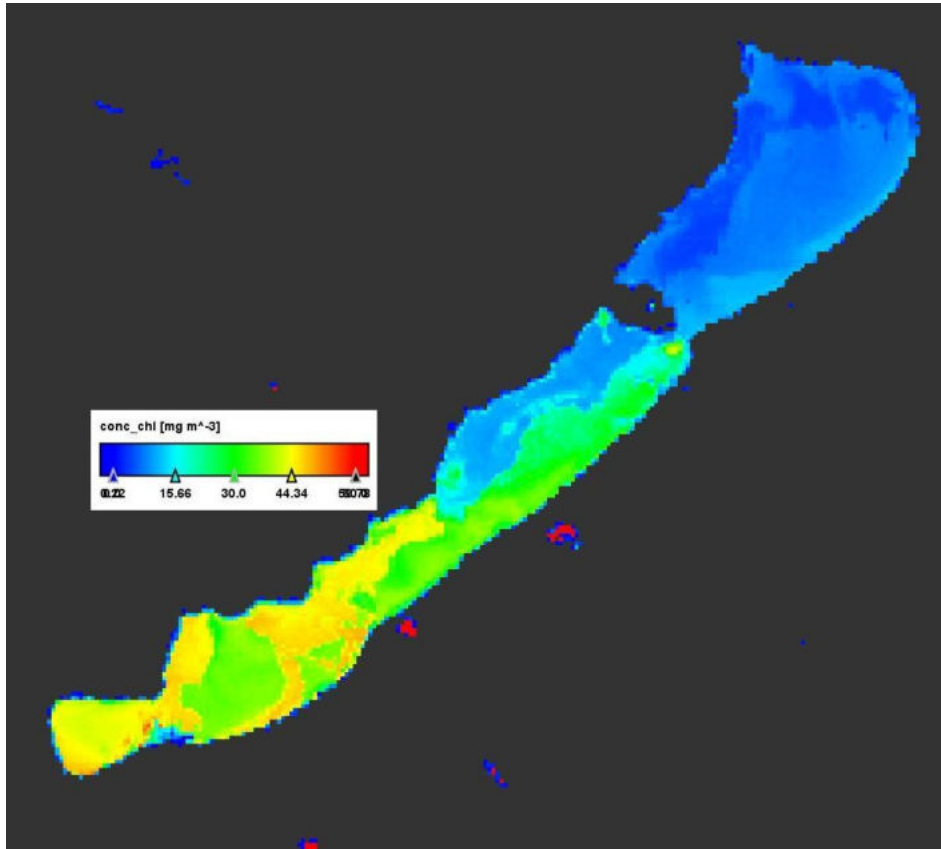
Vízgyűjtőterület: 5775 km²

A Zala, a tó vízének legfőbb forrása

A Zala adja a Balaton vízutánpótlásának felét és a külső foszforterhelés zöme is a folyó vizével érkezik



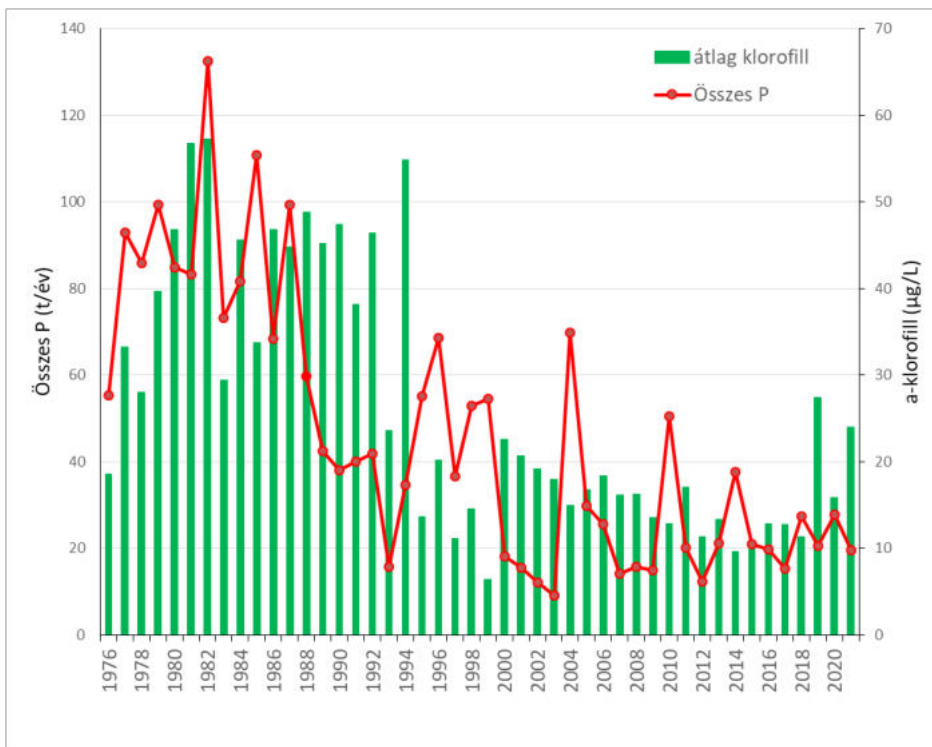
Trofitási grádiens a tó hossztengegyében



A Keszthelyi-medencétől a Siófoki-medence felé haladva az algák mennyisége csökken. Ennek oka, hogy a Zala folyó ide érkezik és hozza a külső foszforterhelés jelentős részét.

Vízminőségi probléma a nyugati területeken léphet fel.

A Keszthelyi-medence külső P-terhelése és az éves átlagos a-klorofill koncentráció változásai

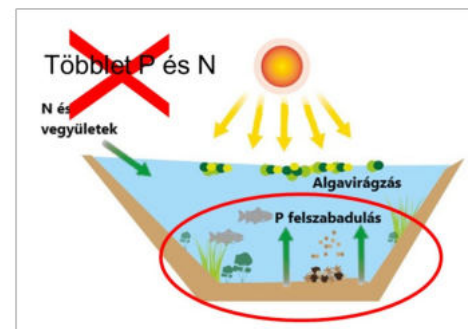
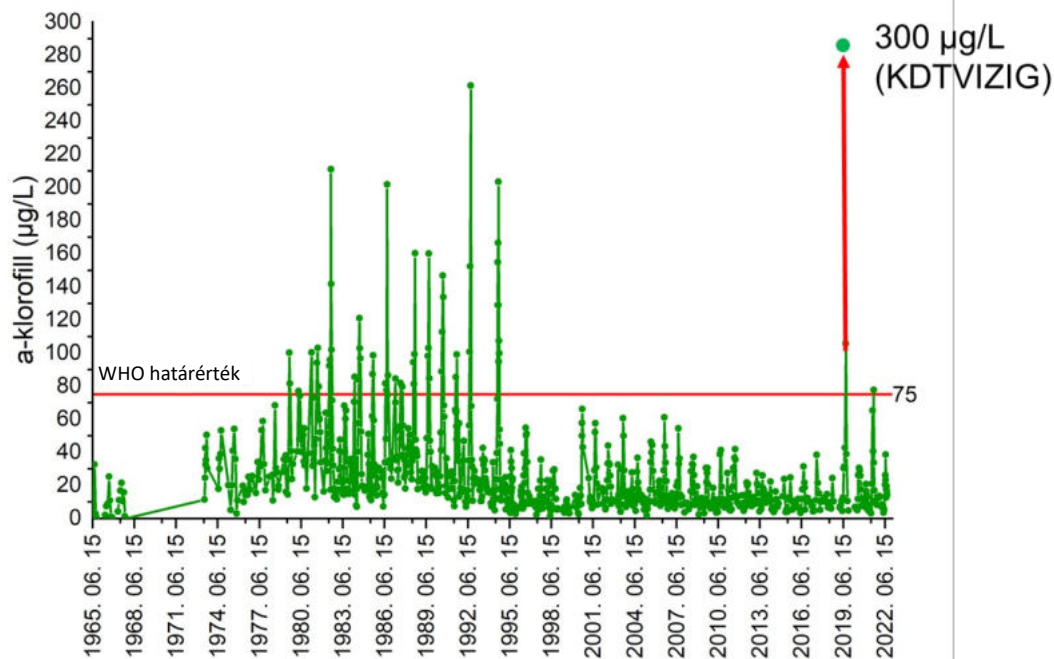


Adatok forrása: NYUDUVIZIG, BLKI

Az algabiomassza a külső P-terhelést követi, de 2019 és 2021 kivétel ez alól

Az 1980-as évekhez képest a Zalán érkező P terhelés negyedére csökkent. A Keszthelyi-medencében az éves átlagos algabiomassza követte ezt a csökkenést. Ugyanakkor a 2019-es és a 2021-es évben az algabiomassza jelentősen nagyobb volt, mint a korábbi években, különösen a nyári csúcsoakat tekintve.

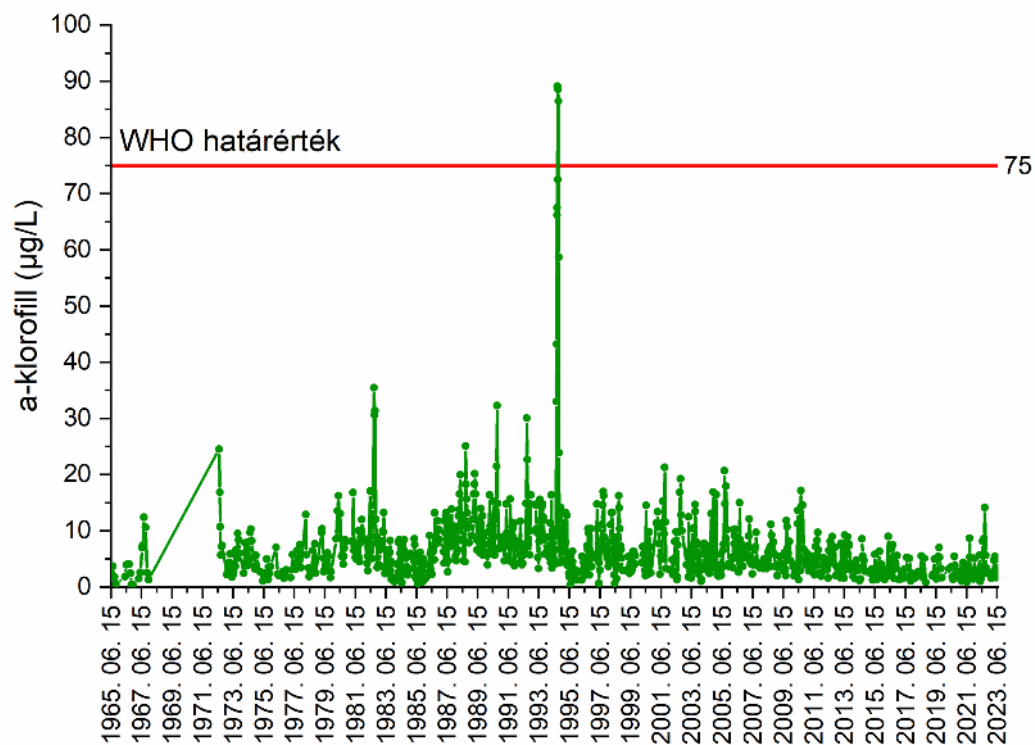
A fitoplankton mennyiségének hosszútávú változása a Keszthelyi-medencében



A nyári algacsúcs 2019-ben kiemelkedően magas volt

2019-ben váratlanul alga tömegprodukciónak észleltünk a Balaton nyugati területein, amely nem a külső P terhelés megnövekedésének a következménye volt. A tömegprodukciónak kialakulásához szükséges P többlet az üledékből származhatott, amely folyamat nem kellően tisztázott.

A fitoplankton mennyiségének hosszútávú változása a Siófoki-medencében

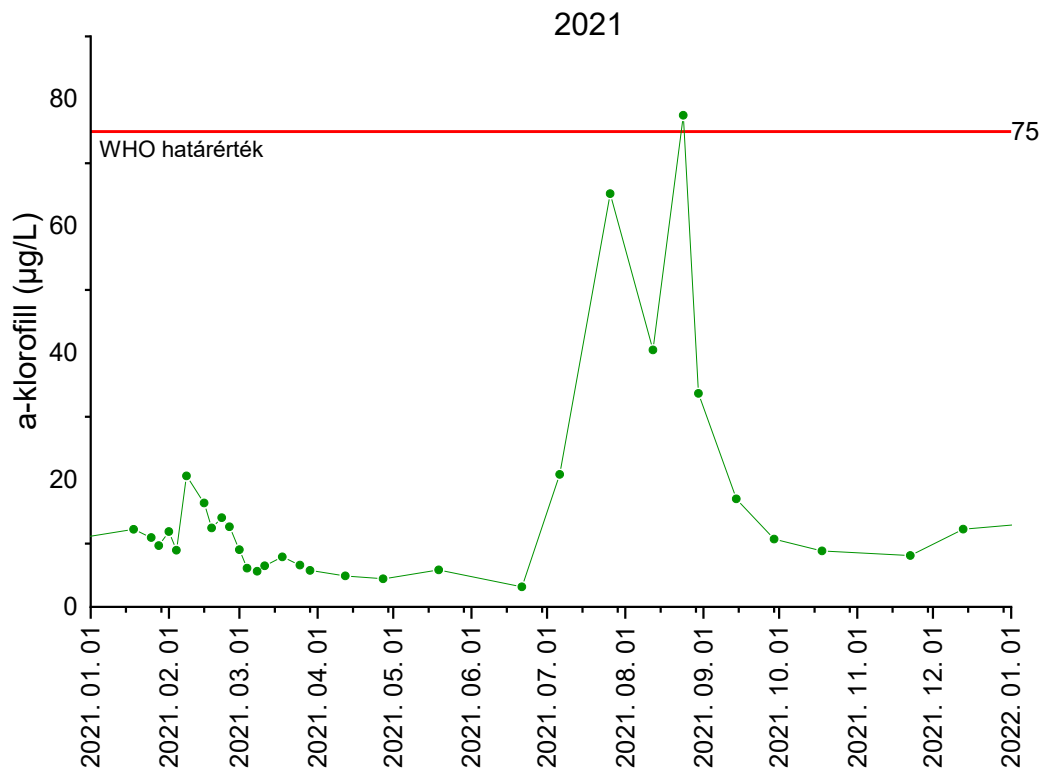


A fitoplankton biomassza jelentősen alacsonyabb

2019-ben tömegprodukción nem észleltünk a Siófoki-medencében, azonban a 2000-es évek elejétől megfigyelt folyamatos biomassza csökkenés megtorpant, 2020-ban és 2021-ben a nyári algacsúcsok kismértékben növekedtek.

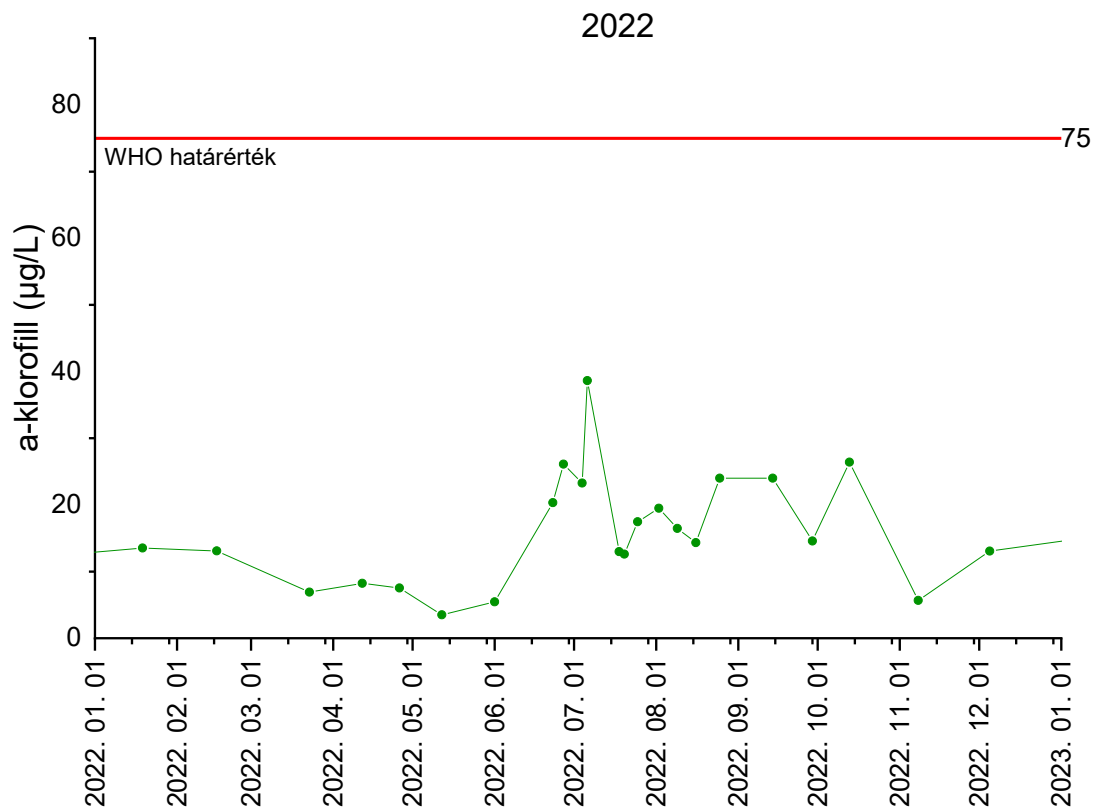
2. A lebegő algák mennyiségi viszonyainak szezonális alakulása a Keszthelyi-medencében az elmúlt években (2021-2023)

A-klorofill koncentráció a Keszthelyi-medencében 2021-ben



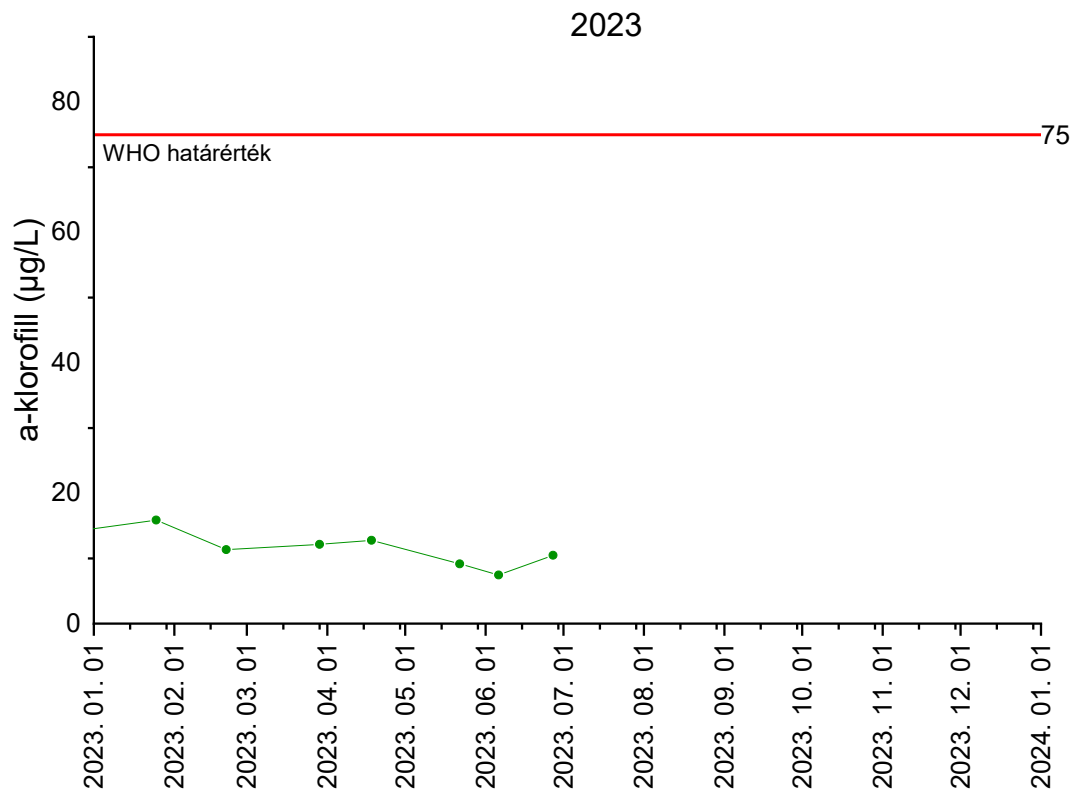
Egy kisebb tavaszi és egy nagyobb nyári algacsúcs volt megfigyelhető, a nyár során többször kritikus értéket mértünk, az algák szaporodását többször a viharos időjárás vettette vissza (a WHO határérték $75 \mu\text{g/L}$)

A-klorofill koncentráció a Keszthelyi-medencében 2022-ben



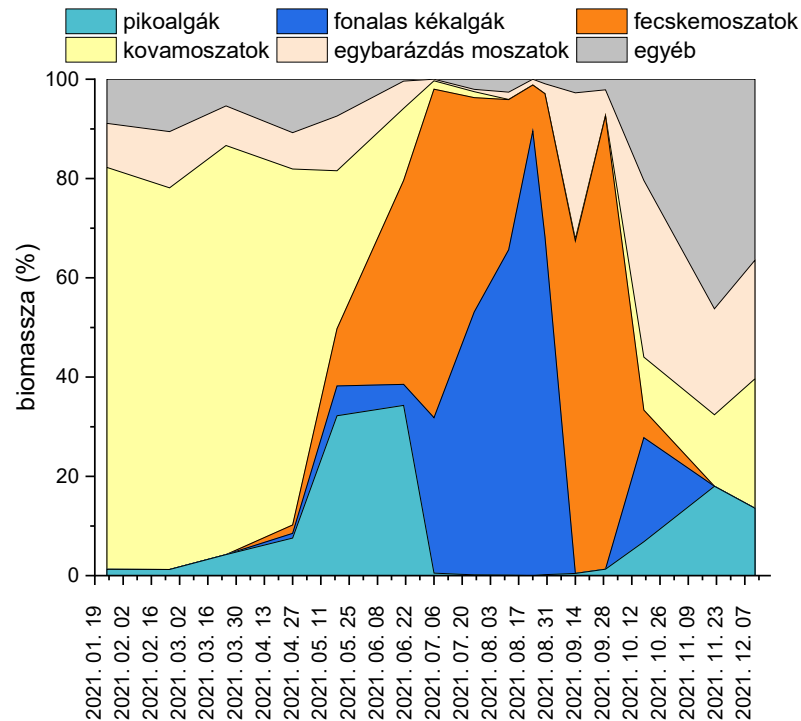
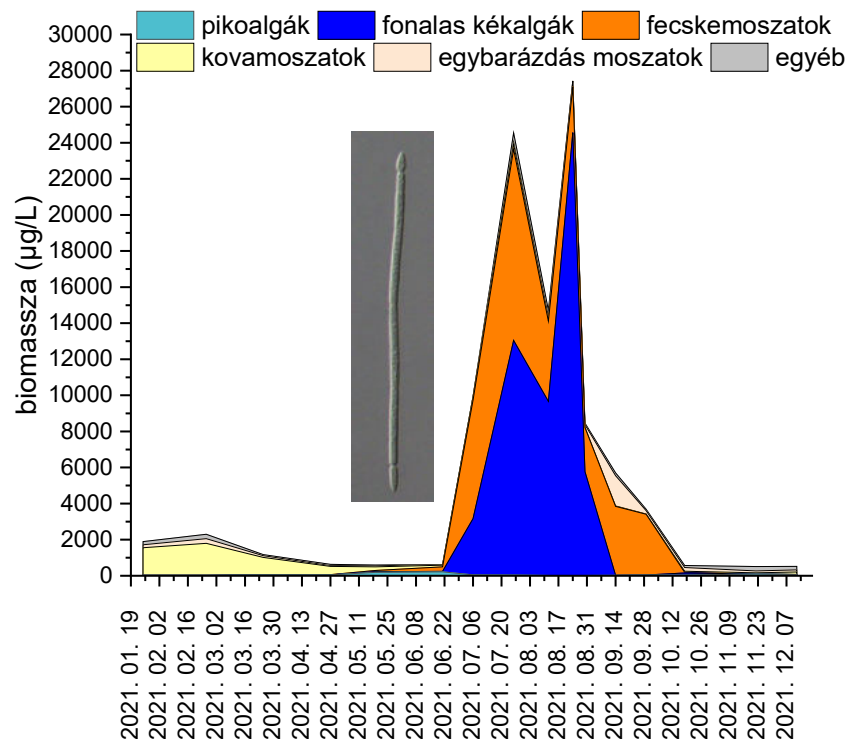
Jelentősen kisebb algacsúcsok, mint 2021-ben, az algák biomasszája alacsony maradt a nyár során, oka feltételezhetően az időről időre ismétlődő szeles időjárás volt

A-klorofill koncentráció a Keszthelyi-medencében 2023-ban



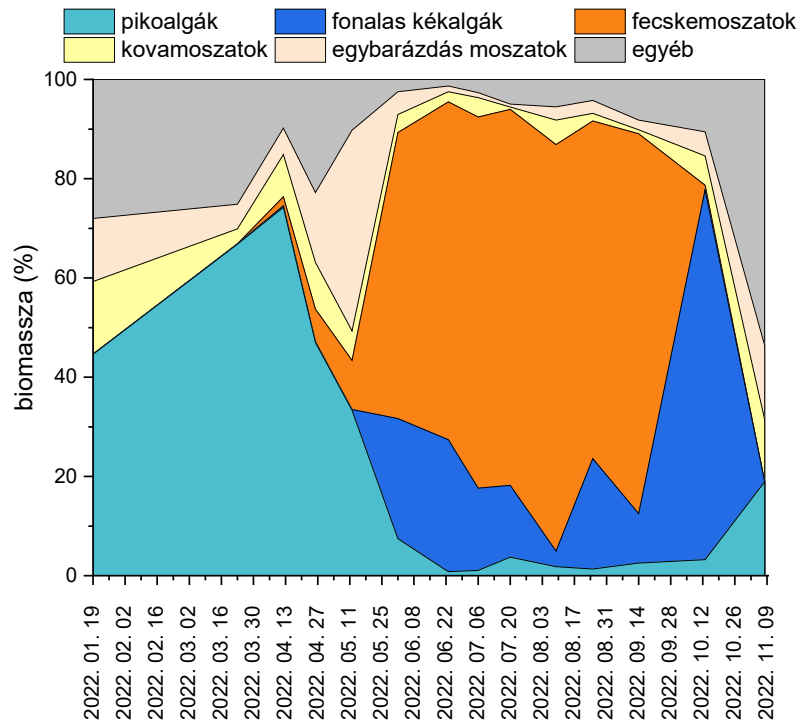
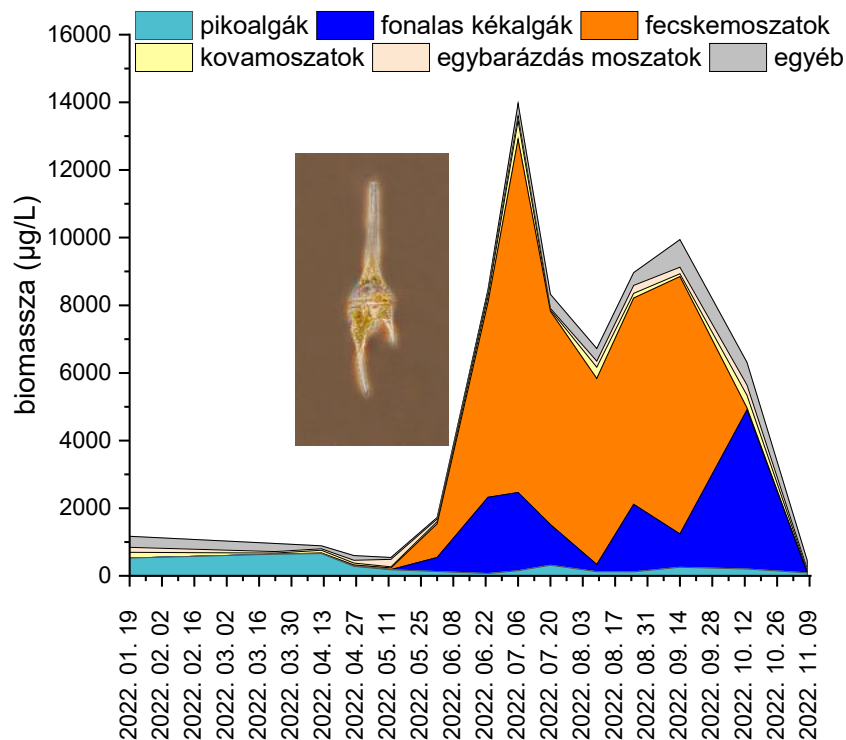
Jelenleg az algabiomassza alacsonyabb, mint a megelőző években

A fitoplankton összetétel változása a Keszthelyi-medencében 2021-ben



A nyári algacsúcsot a fonalas cianobaktériumok alkották, a 2019-ben és 2020-ban domináns *Aphanizomenon flosaquae* helyét átvette a korábban egyeduralkodó *Raphidiopsis raciborskii*.

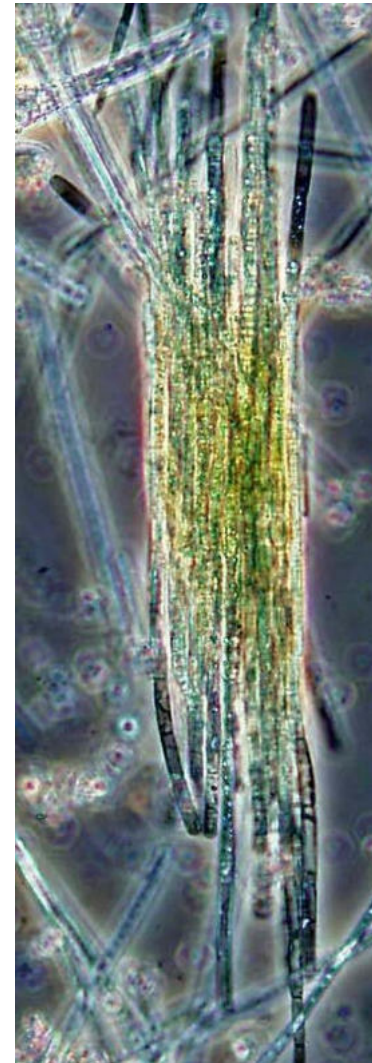
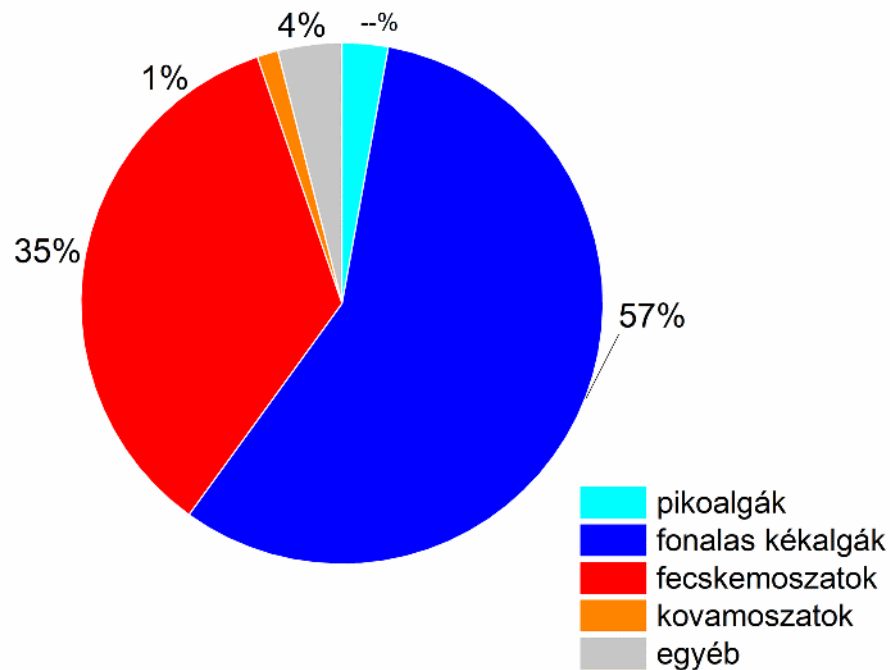
A fitoplankton összetétel változása a Keszthelyi-medencében 2022-ben



A fonalas cianobaktériumok, amelyek nyaranta az algaközösség domináns tagjai a Balatonban, csak a nyár elején jelentek meg kis számban, nyáron hiányoztak (ősszel kisebb csúcsot alkottak)

A fitoplankton összetétel a Keszthelyi-medencében 2023.07.03-án

Keszthelyi-medence



Összegzés

Amíg a fonalas kékalgák mennyisége 2021-ben megközelítette az egészségügyi határértéket, addig 2022-ben algavirágzást nem figyeltünk meg.

A fonalas kékalgák ugyan megjelentek a nyár elején, de a későbbiekben visszaszorultak (feltételezhetően az időről időre ismétlődő szeles időjárás miatt) és nem jutottak vezető szerephez. Helyettük fecskemoszatok domináltak.

A fonalas kékalgák megjelenésére a tó nyugati területein ugyanakkor a jövőben is számíthatunk.

3. A tó trofikus állapotától független jelenségek

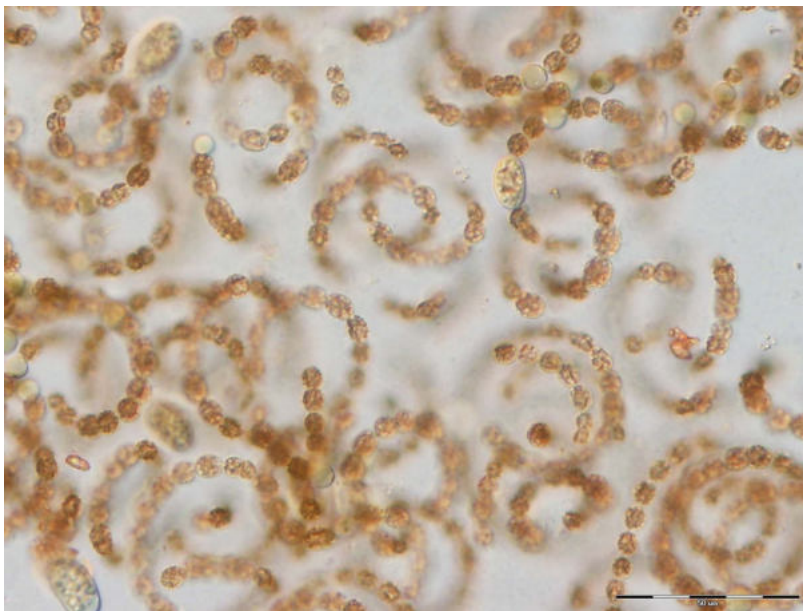
3.a Lokális/időszakos algavirágzások

3.b Felszakadozó algagyep a vízfelszínen

3.c Az érdes békanyál elszaporodása alacsony vízállásnál

Időszakos algavirágzások 2022 nyarán

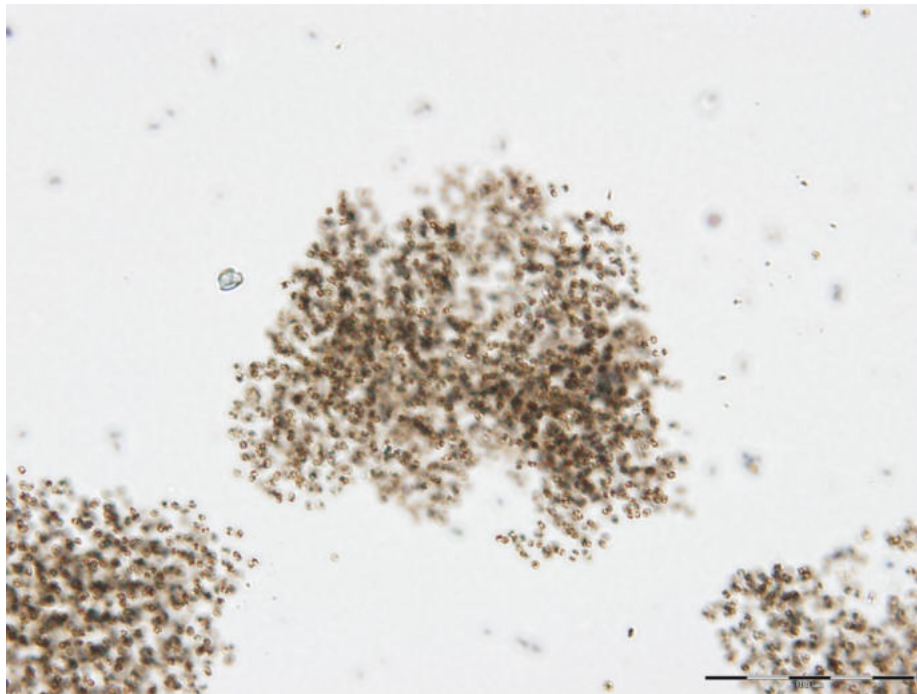
Június végén fonalas kékalga tömeg jelent meg a vízfelszínen a tó nyugati területein, ez a jelenség a tó trofikus állapotától független.



A felülúszót a *Dolichospermum flos-aque* fonalas kékalga alkotta, az algák áramlási holtterekben nagy tömegben gyűltek össze a vízfelszínen. A szeles időjárás a jelenséget megszüntette.

Időszakos algavirágzás 2022 nyarán

Augusztusban kolóniás kékalga tömeg jelent meg a vízfelszín közelében a Siófoki- és a Szemesi-medencében. A felülúszót *Microcystis* kékalga fajok alkották, az algák helyenként nagy tömegben gyűltek össze.

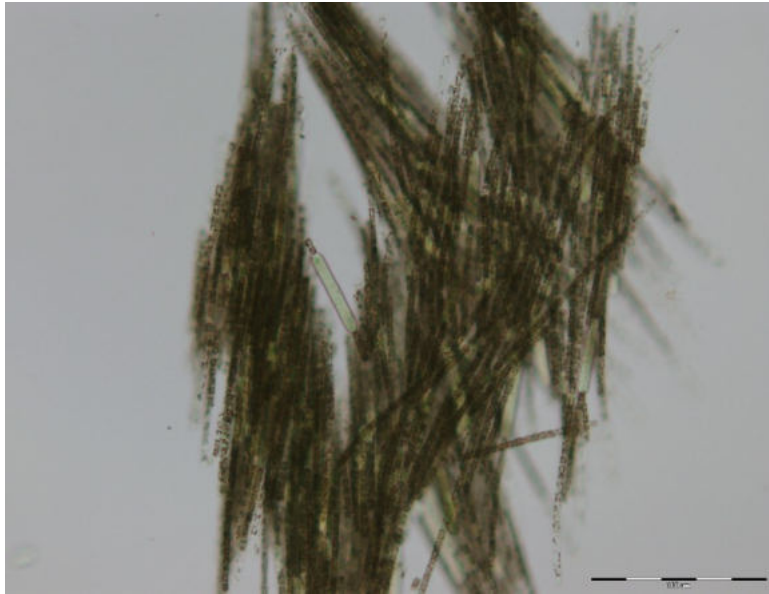


Sajkod, 2022. augusztus 25.

A szél hatására a vízfelszínen összegyűlt algák gyorsan eltűnnek, ugyanakkor más területeken újra összesodródhatnak.

Időszakos algavirágzás 2022 októberében

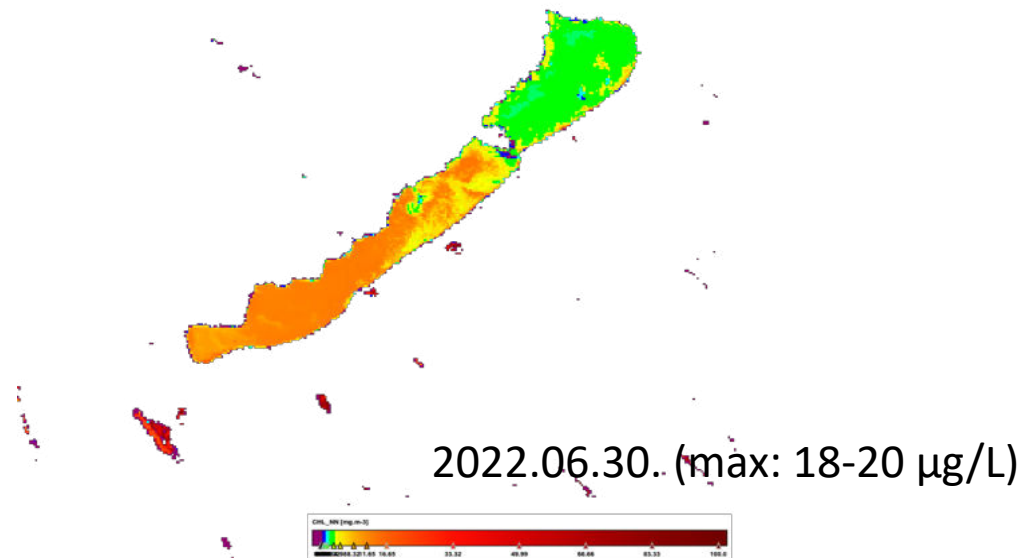
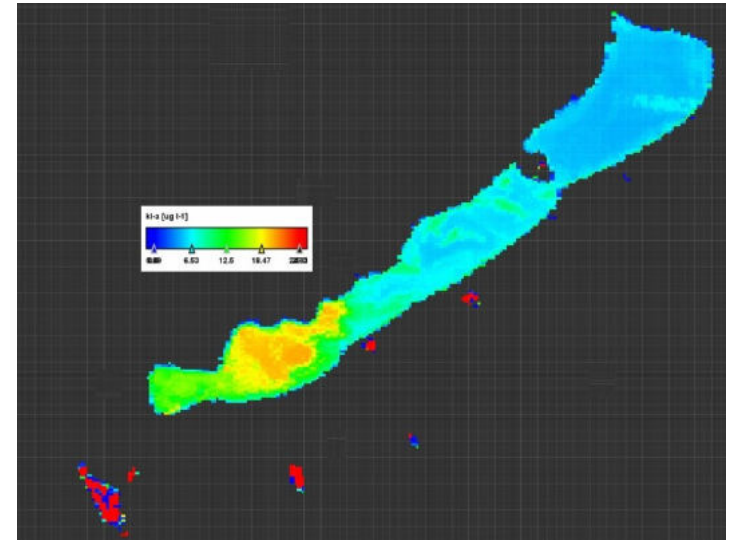
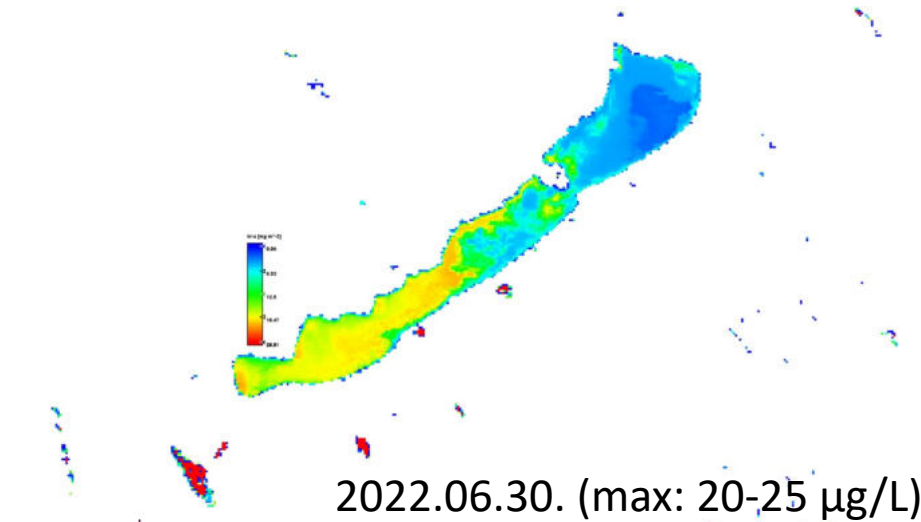
Október elején a nyár egyik ikonikus kékalga faja, az *Aphanizomnenon flosaquae* egy utolsó kísérletet tett a szaporodásra. Ez a Keszthelyi- és a Szigligeti-medence egyes parti régióiban látványos vízszíneződést okozott.



Balatongyörök, 2022. október 6.

A mikroszkópi felvételeken jól látszik, hogy az algák már a téli nyugalomra készülődnek, megjelentek a téli kitartósejtek (akinéták).

A Sentinel 3 OLCI felvételeiből számított a-klorofill tartalom a lokális algavirágzások idején



A trofikus grádiens jól megfigyelhető, de algavirágzás nem jelenik meg nagy területen

Összegzés

Lokális vagy időszakos algavirágzásra a tó trofikus állapotától függetlenül is számíthatunk. A szél hatására a vízfelszínen összegyűlt algák gyorsan eltűnnek, ugyanakkor más területeken újra összesodródhatnak.

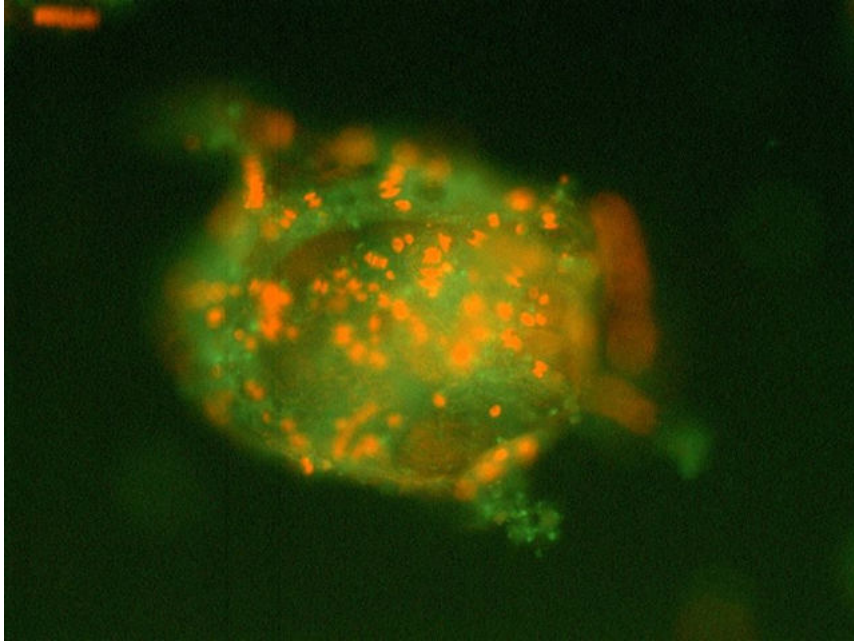
Hasonló jelenségeket a korábbi években is időről-időre megfigyelhettünk, sőt, már az 1930-as években, a tó eutrofizálódása előtti időből is leírták a *Microcystis* fajok tömeges megjelenését a Siófoki-medencében.

3.b Felszakadozó algagyep a vízfelszínen

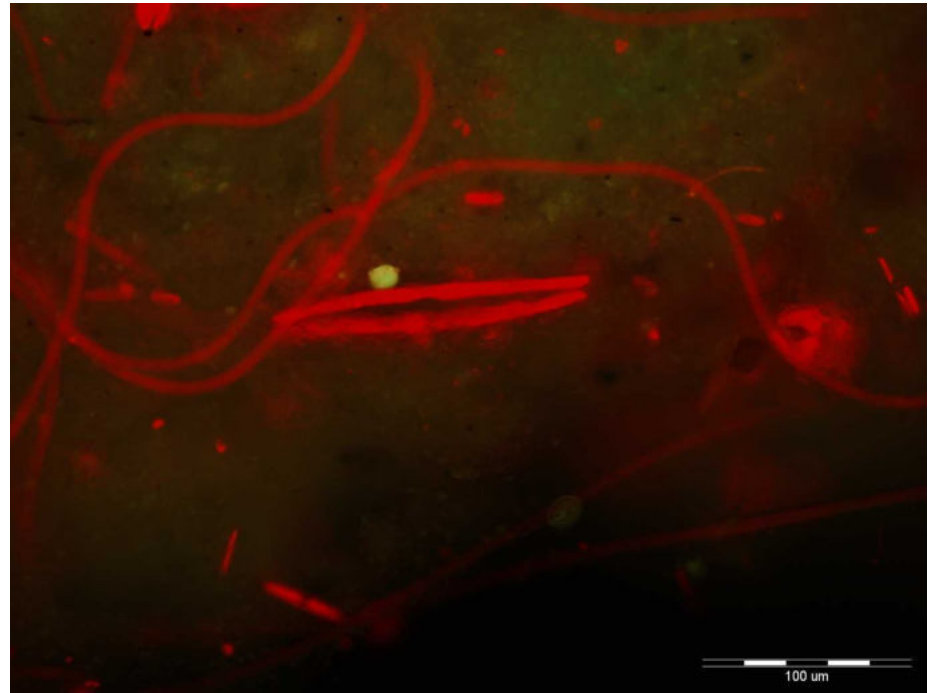


Siófoki-medence, 2020. nyár

Algák az üledék felszínén



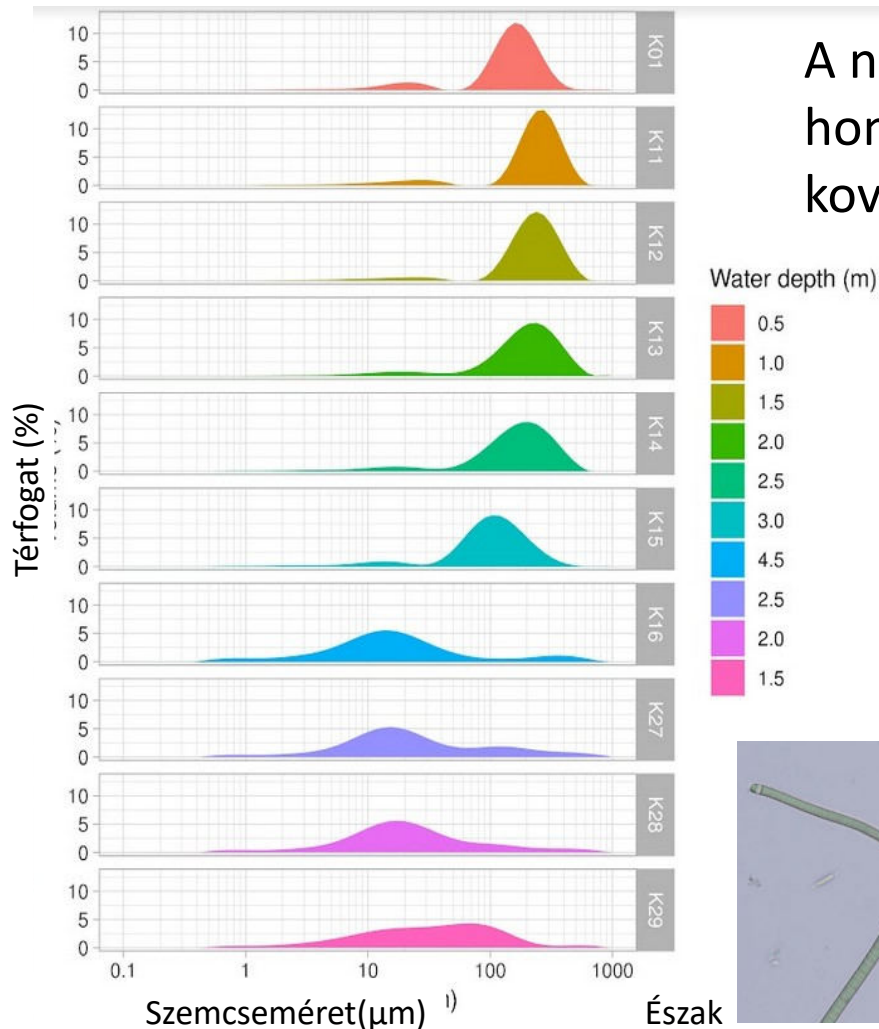
Algasejtek egy homokszemcse felszínén
(fluoreszcens mikroszkópi kép).



Algagyepet alkotó algafonalak
(fluoreszcens mikroszkópi kép).

Az üledékfelszínen élő algaközösség változása a szemcsemérettel

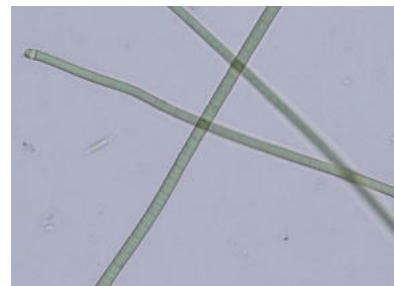
Dél



A nagy szemcseméretű homokos üledéken kovamoszatok fordulnak elő



Vastag, bentikus algagyep jó fényellátottság mellett, kisebb szemcseméretű üledék felszínén tud kialakulni (pl. nádasok előtt, akár a strandokon is)



Az algák által termelt oxigén kis buborékok formájában ott marad az algagyep felszínén



A fotoszintézis során termelődött gázbuborékok felszakítják az algagyepet



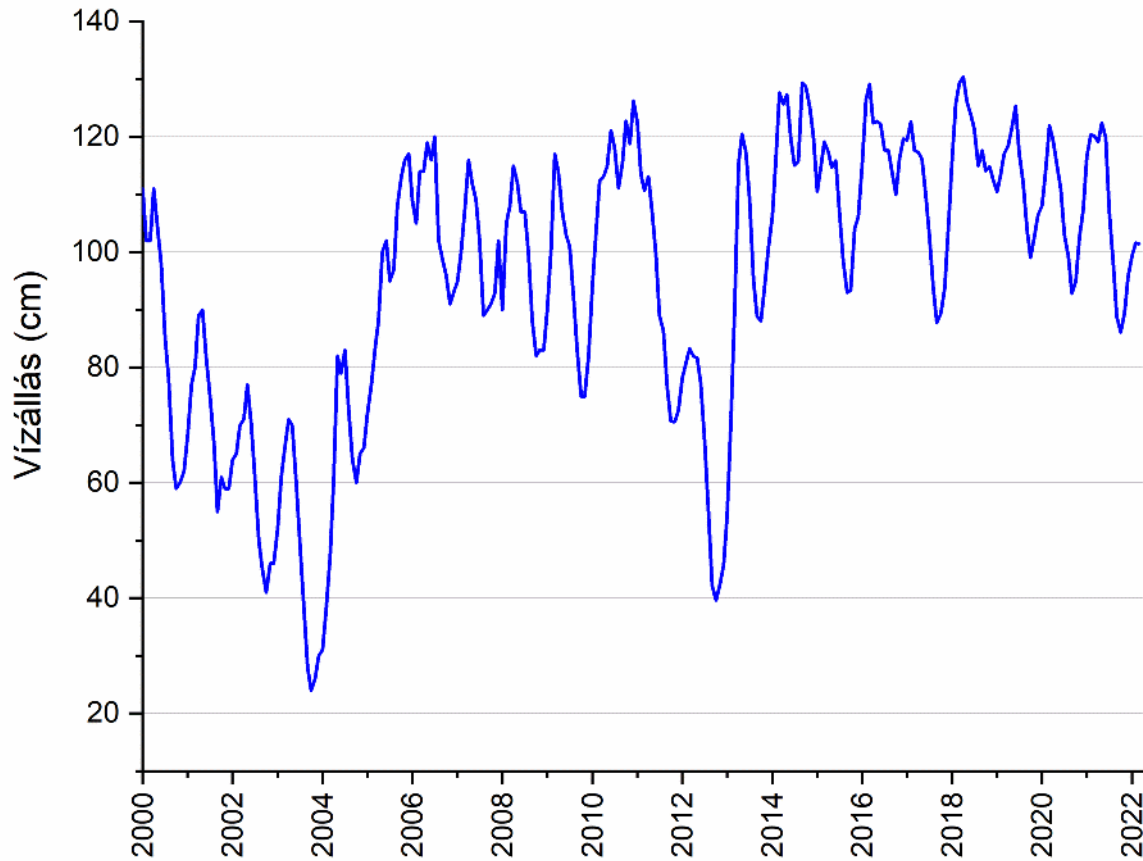
Az üledéklakó algák mennyiségének feltárása, a tó életében betöltött szerepük megismerése fontos feladat

3.b Felszakadozó algagyep darabok a vízfelszínen

A bentikus algagyep felszakadások elsősorban a nyári, szélcsendes időszakokban figyelhetőek meg, általában a nádasok előtti védettebb öblözetekben. Egyes strandokon időszakosan jelentős problémát okoznak.

3.c Az érdes békanyál elszaporodása alacsony vízállás esetén (2002-2004)

A Balaton vízállása 2000-2020



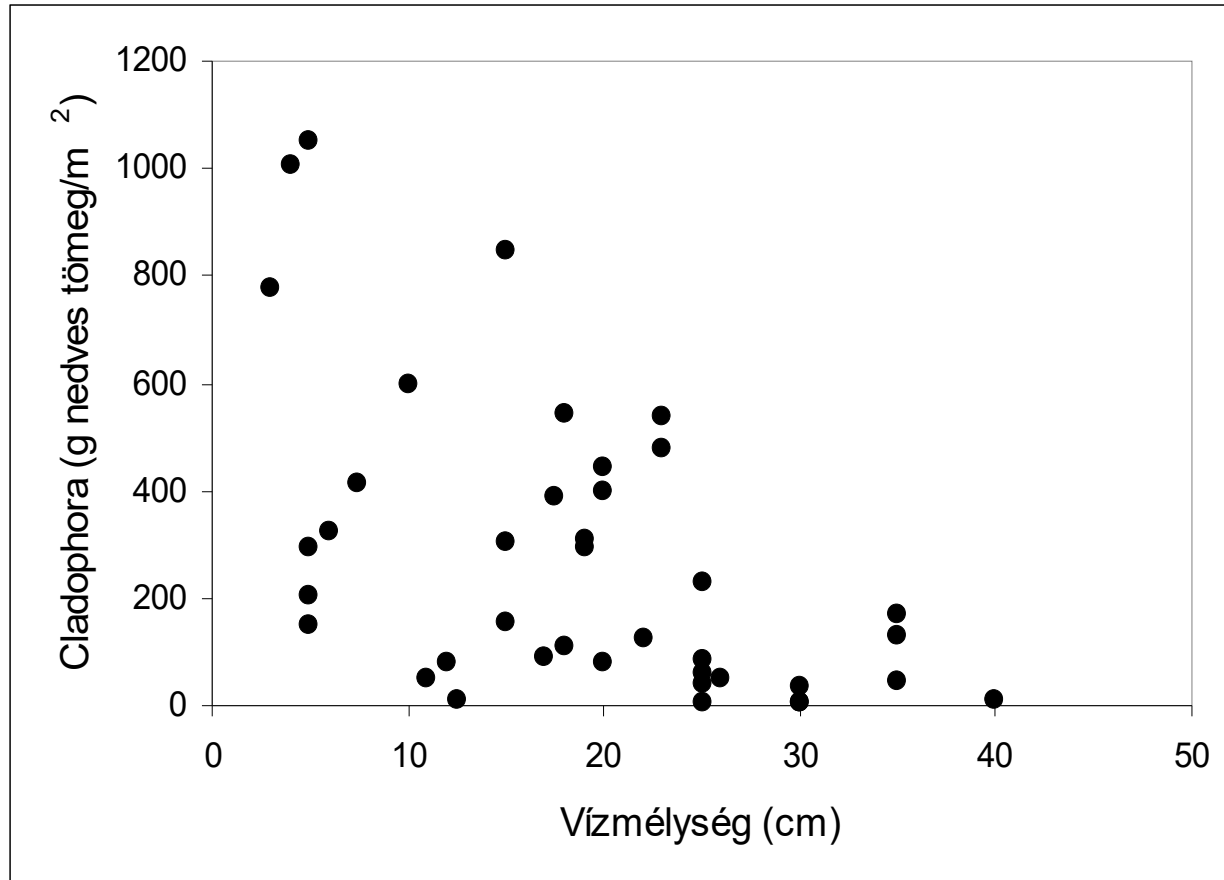
Az érdes békanyál elszaporodása a sekély déli part fövenyén



A békanyál megtapadásához a homokos
fövenyen a hínárnövényzet biztosít aljzatot



Cladophora glomerata tömegének változása a vízmélységgel



A homokos fövényen kb. 40 cm-nél kisebb vízben tud nagy tömegben megjelenni

3.c Az érdes békanyál elszaporodása alacsony vízállás esetén

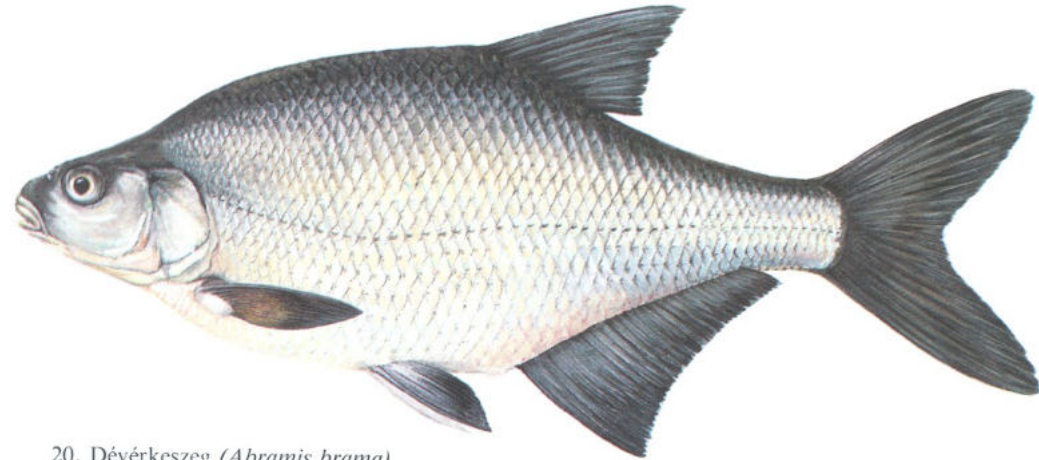
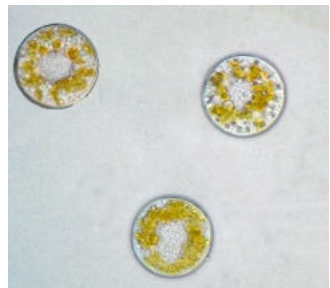
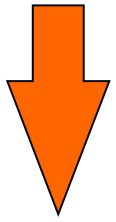
Az érdes békanyál megjelenésével számolnunk kell a déli parti sekély vizes területeken alacsony vízállás esetén, vagy a strandok homokos fövenyén.

A békanyál elszaporodása jelentősen csökkenti a tó idegenforgalmi vonzerejét, de tömeges fellépése nem szennyezés következménye.

4. Az algák sorsa a táplálékhálózatban

Napenergia

Az algák és az árvaszúnyogok helye a Balaton ökológiai rendszerében



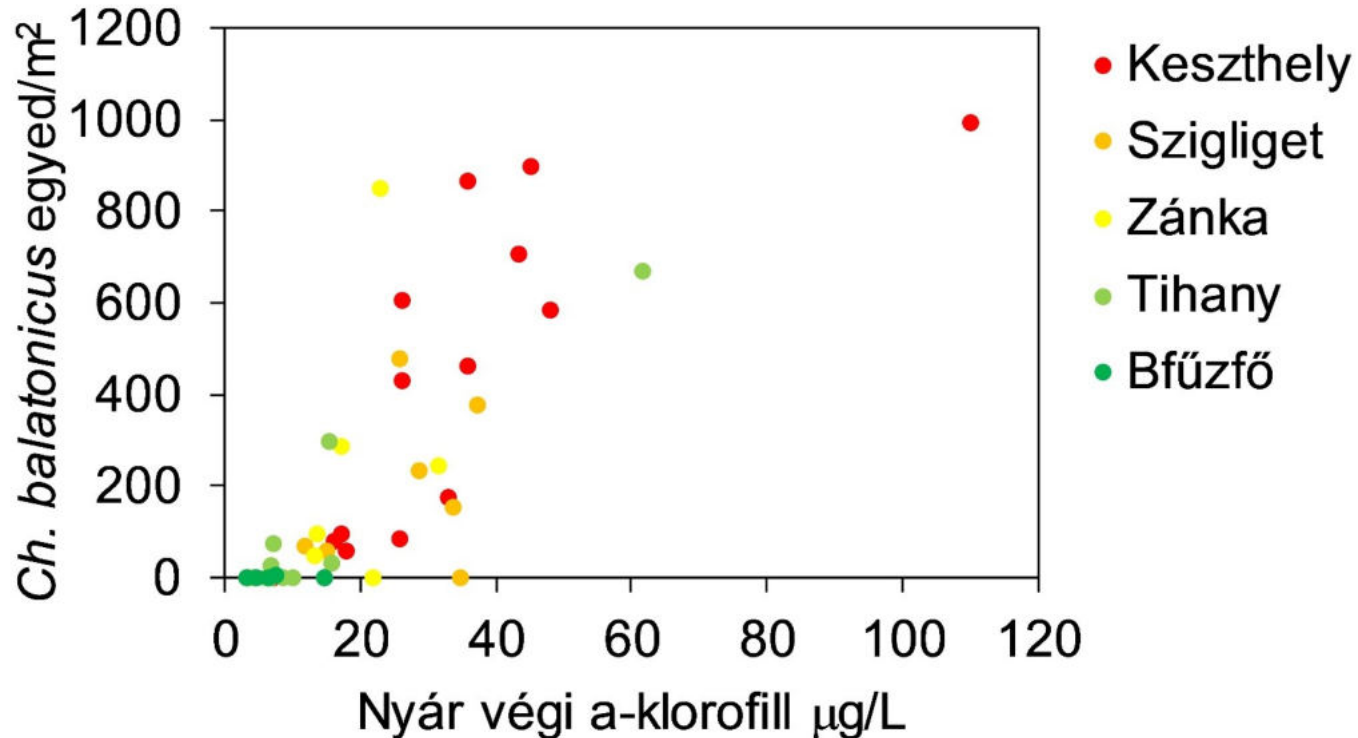
20. Dévérkeszeg (*Abramis brama*)

A P terhelés
megnövekedése
az algabiomassza
növekedéséhez
vezetett a
Balatonban

Ezért megnőtt
az árvaszúnyog
produkció

Végeredmény= nagyobb haltermés

Az algabiomassza csökkenésével azonban az árvaszúnyog
lárvák tömege is csökkent



A nagytestű *Chironomus balatonicus*, melynek megjelenéséhez
15-20 µg/L nyárvégi a-klorofill tartalom szükséges a tó algában
szegényebb területeiről el is tűnt

Összegzés

Az algaprodukció csökkenése tehát a nyíltvíz halai táplálékbázisának csökkenéséhez, ezáltal szükségszerűen a haltermés csökkenéséhez is vezet!

A fürdés és az ivóvízkivétel jó vízminőséget kíván, a horgászat érdeke ezzel ellentétes...



Záró gondolatok

A Balaton ökológiai rendszerének energetikai alapját a lebegő és a rögzült algák képezik. Az algák határozzák meg a vízminőséget, a vízi gerinctelen és gerinces állatvilág tömegét, összetételét és produkcióját.

A tó algavilágának kutatása alapvető fontosságú, az elmúlt évek változásai is erre hívják fel a figyelmet. A múltbeli tapasztalatokból kiindulva nyári algavirágzásra a Balaton nyugati területein a jövőben is számíthatunk, a tó trofikus állapotától független jelenségekre pedig akár a tó teljes területén.

Köszönet:

Németh Balázs

Szabó Tímea

Tapolczai Kálmán

Tóth Viktor

Köszönöm a figyelmet!

